

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenl ungsschrift**
⑪ **DE 3831322 A1**

⑤1 Int. Cl. 5:
G02B 6/26

⑳ Aktenzeichen: P 38 31 322.7
㉑ Anmeldetag: 15. 9. 88
㉒ Offenlegungstag: 29. 3. 90

DE 3831322 A1

㉑1 Anmelder:
kabelmetal electro GmbH, 3000 Hannover, DE

㉑2 Erfinder:
Heitmann, Walter, Dr.-Ing., 6101 Groß-Biebrau, DE

⑤4 **Lösbare Verbindung für optische Fasern**

Die Erfindung betrifft eine lösbare Verbindung für Einmodenfasern (1). An die Einmodenfasern (1) werden kurze Stücke einer Gradientenfaser (3) angepleist. Dadurch hat das Lichtbündel an der Kopplungsstelle einen größeren Durchmesser und die Faserenden lassen sich somit einfacher justieren.

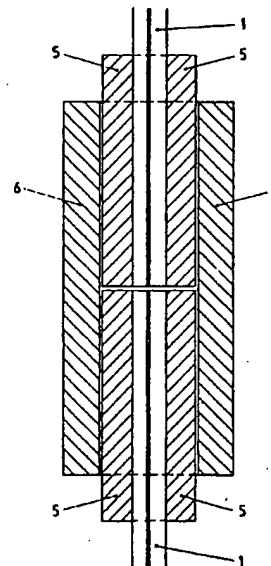


Fig. 1

DE 3831322 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine lösbare Verbindung für optische Fasern nach dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

Eine wichtige Komponente der optischen Nachrichtentechnik sind optische Stecker, mit denen lösbare Verbindungen zwischen Lichtwellenleitern oder zwischen optischen Sendern bzw. Empfängern und einem Lichtwellenleiter hergestellt werden.

Eine solche realisierte Verbindung mit bekannten Steckern ist in der Fig. 1 dargestellt.

Der zur Zeit hauptsächlich verwendete optische Standardstecker ist nach dem in Fig. 1 dargestellten Prinzip aufgebaut.

Die beiden Einmodenfasern (1) werden zentrisch in zylindrischen Steckerstiften (5) gehalten und diese Stifte in einer Steckerkupplung (6) zusammengeschoben, bis sich die Stirnflächen auf einige μm genähert haben oder berühren. Bei Einmodenfasern (1), die heute fast ausschließlich in der optischen Nachrichtentechnik eingesetzt werden, hat der Modenfelddurchmesser — der etwa dem Kerndurchmesser der Faser entspricht — und damit der im wesentlichen lichtführende Bereich einen Durchmesser von etwa 10 μm . Damit im Stecker eine Verbindung mit geringer Dämpfung zwischen den Faserenden erreicht wird — typische Forderung sind Verluste unter 1 dB — müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Die Zusammenführung der Faserendflächen muß mit hoher Präzision erfolgen. Die zulässigen Toleranzen liegen im Bereich von Zehntel μm , beim Abstand der Endflächen im μm -Bereich. Diese Toleranzen liegen an der Grenze der heutigen Fertigungstechnologie und müssen zudem über lange Zeiträume — möglichst 30 Jahre — und weite Temperaturbereiche etwa — 20°C bis 70°C — eingehalten werden. Weiter müssen die Faserendflächen frei von Verunreinigungen wie Fettfilmen und Staub gehalten werden und dürfen besonders im Kernbereich nicht zerkratzt werden. Dabei können schon winzige, nur unter dem Mikroskop sichtbare Kratzer eine beträchtliche Dämpfungserhöhung verursachen. In beachtlichem Umfang treten an Steckern hohe Zusatzverluste auf (bis zu 3 dB und mehr). Ursachen sind sowohl Beschädigungen der Faserendflächen als auch mechanische Verschiebungen. Man kann davon ausgehen, daß die optische Steckerverbindung in der jetzigen Form eine Schwachstelle in der optischen Nachrichtentechnik bilden wird, die zahlreiche Betriebsstörungen verursachen könnte.

Einen weiteren bekannten Stecker für optische Fasern zeigt Fig. 2. Bei diesem Stecker enthält jede Steckerhälfte eine Sammellinse von etwa 1 mm Durchmesser, in deren Brennpunkt die Faserendfläche angeordnet ist. Das Licht verläßt die eine Steckerhälfte als Parallelbündel von ca. 1 mm Durchmesser, wird von der zweiten Linse aufgefangen und auf den Fasereingang fokussiert. Vorteile des Linsensteckers sind wesentlich geringere mechanische Toleranzanforderungen der Steckerhälften gegeneinander. Der Abstand der Linsenendflächen ist unkritisch und kann so groß gewählt werden, daß ein Zerkratzen praktisch ausgeschlossen ist. Ein Staubkorn, das im Kernbereich einer Faser im Standardstecker völlige Undurchlässigkeit verursachen würde, beeinflußt die Transmission bei 1 mm Lichtbündelquerschnitt kaum. Nachteilig an diesem Stecker ist, daß zwei von der Herstellung her teure Linsen benötigt werden, die sehr stabil gehalten und präzise gegen die Faserendflächen justiert werden müssen. An diese Ju-

stierung werden hohe Anforderungen in Bezug auf Langzeit- und Temperaturstabilität gestellt.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe, die Dämpfung bei Übergang von einer Faser in eine andere zu verringern und die Steckerjustierung zu vereinfachen, wird durch die im Hauptanspruch gekennzeichnete Erfindung gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1 einen bekannten Standardstecker;

Fig. 2 einen bekannten Linsenstecker;

Fig. 3 einen Stecker gemäß der Erfindung.

Der prinzipielle Aufbau eines Gradientensteckers nach der Erfindung ist in Fig. 3 dargestellt.

An die beiden Endflächen (2) der Einmodenfaser (1) ist je ein kurzes Stück Gradientenfaser (3) mit gleichem Außendurchmesser angespleißt, angeklebt oder durch direkten physikalischen Kontakt angesetzt, welches das divergente Lichtbündel, das aus dem 10 μm Kerndurchmesser der Einmodenfaser austritt, in ein Parallelbündel mit erheblich größerem Durchmesser transformiert. Es lassen sich dazu übliche Gradientenfasern mit 125 μm Außen- und 50 μm Kerndurchmesser verwenden. Vorteilhaft ist es jedoch, spezielle Gradientenfasern für die Gradientenstecker herzustellen. Diese Gradientenfasern dürfen keine zentrale Brechzahleinsenkung ("dip") in der Faserachse aufweisen, können also z. B. nach dem VAD-(Vapor Axial Deposition) Verfahren hergestellt sein. Der Kerndurchmesser beträgt 100 μm , der maximale Brechzahlunterschied zwischen Kern und Mantel ist etwa 0,5 bis 1%. Die Länge der angespleißten Gradientenfasern (3) ist so gewählt, daß das Lichtbündel an der Ein- bzw. Austrittsstelle seinen größten Querschnitt hat und dazwischen parallel verläuft. Durch entsprechende Wahl der Brechzahldifferenz zwischen Kern und Mantel ist die Länge des angespleißten Gradientenfaserstücks so festgelegt (z. B. 20–50 mm), daß die Einhaltung von Längentoleranzen unkritisch ist. Das Abschneiden eines kurzen Faserstücks (einige cm mit parallelen Endflächen) ist schwierig. Wenn man jedoch zunächst ein längeres Stück Gradientenfaser anspleißt, läßt sich ohne Probleme ein zweiter Schnitt kurz hinter der Spleißstelle durchführen.

Spleißverluste zwischen Einmodenfasern liegen zur Zeit unter 0,1 dB. Eine Spleißverbindung zwischen einer Einmodenfaser und einer Gradientenfaser mit 100 μm Kerndurchmesser läßt sich mit noch geringeren Verlusten herstellen. Gleiches gilt für Verbindungen über einen geeigneten optischen Kleber oder über direkten physikalischen Kontakt.

Die Gradientenfasern (3) werden wie beim Standardstecker über Stifte und Hülse auf eine Achse justiert, wobei der Abstand der Endflächen so groß gewählt wird, daß mechanische Beschädigungen sicher vermieden werden können.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die Apertur der austretenden Strahlung auf das 10-fache vergrößert. Deshalb sind die Toleranzanforderungen beim Zusammenfügen der Steckerhälften im Vergleich zum Standardstecker um den Faktor 10 vermindert. Die Endflächen der Fasern im Stecker nach der Erfindung können soweit voneinander entfernt sein, daß mechanische Beschädigungen durch Zerkratzen praktisch ausgeschlossen sind. Die Aperturfläche im Stecker nach der Erfindung beträgt das 100-fa-

che im Vergleich zum Standardstecker — entsprechend geringer ist die Empfindlichkeit gegen Verschmutzung. Bei ideal zueinander justierten Steckerendflächen verbleiben im Gradientenstecker noch die Reflexionsverluste (Fresnelverluste) an den beiden Endflächen von je etwa 0,15 dB. Diese Verluste lassen sich durch Entspiegelungsschichten noch deutlich verringern. Der Stecker nach der Erfindung ist auch für optische Systeme mit Wellenlängenmultiplex-Übertragung einsetzbar: Im Spektralbereich zwischen 1200 — 1700 nm ist die Brechzahländerung von Quarzglas (bzw. leicht dotiertem Quarzglas), aus dem sowohl die zur Zeit üblicherweise verwendeten Einmoden- als auch Gradientenfasern bestehen, gering. Deshalb sind auch die optischen Eigenschaften der Gradientenfasern 3 nur wenig von der Wellenlänge abhängig. Wenn man den Stecker nach der Erfindung für eine Wellenlänge in der Mitte des beabsichtigten Einsatzbereichs optimiert und die Reflexion mit einer Breitband-Entspiegelungsschicht vermindert, hat man einen Stecker zur Verfügung, der in einem breiten Wellenlängenbereich geringe Verluste aufweist.

Eine andere Möglichkeit zur Ausschaltung der Reflexionsverluste besteht darin, den Raum zwischen den Endflächen 4 der Gradientenfasern 3 mit einem Medium gleicher Brechzahl wie im Kernbereich der Gradientenfaser 3 zu füllen. Dazu können sowohl Flüssigkeiten als auch Gele (gallertartige Pasten) verwendet werden.

Eine weitere Möglichkeit, die Reflexionsverluste zwischen den Endflächen 4 der beiden Gradientenfasern 3 zu reduzieren, besteht darin, daß die Endflächen 4 mit leichtem Druck in direkten physikalischen Kontakt gebracht werden. Zur Verbesserung dieses Kontaktes ist es vorteilhaft, die Endflächen 4 mit einer leichten konvexen Krümmung (Kugelkalotte) zu versehen.

Patentansprüche

1. Lösbare Verbindung von Einmodenfasern vorzugsweise in Steckerform, **dadurch gekennzeichnet**, daß an die Endflächen (2) der Einmodenfasern (1) je ein Stück Gradientenfaser (3) mit einem dem der Einmodenfasern (1) entsprechenden Außendurchmesser angesetzt ist.
2. Lösbare Verbindung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Länge der Gradientenfaser (3) so gewählt ist, daß das Lichtbündel an der Eintritts- bzw. Austrittsstelle maximalen Querschnitt hat und parallel verläuft.
3. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindung zwischen der Einmodenfaser (1) und der Gradientenfaser (3) durch spleißen erfolgt.
4. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindung zwischen der Einmodenfaser (1) und der Gradientenfaser (3) durch kleben erfolgt.
5. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindung zwischen der Einmodenfaser (1) und der Gradientenfaser (3) durch physikalischen Kontakt erfolgt.
6. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß für das Stück Gradientenfaser (3) eine Faser mit 100 µm Kerndurchmesser und 125 µm Außendurchmesser verwendet wird.
7. Lösbare Verbindung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Stück Gradientenfaser (3) einen glatten Verlauf des Brechzahlprofils über den Querschnitt ohne zentrale Brechzahleinsenkung

"dip" in der Faserachse aufweist.

8. Lösbare Verbindung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Endflächen (4) der beiden Gradientenfasern (3) entspiegelt sind.

9. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1 bis Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gradientenfasern (3) für die Mittelwellenlänge eines Spektralbereiches optimiert sind.

10. Lösbare Verbindung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Endflächen (4) der Gradientenfasern (3) breitbandig entspiegelt sind.

11. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1 bis Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Endflächen (4) der beiden Gradientenfasern (3) über ein Medium entsprechender Brechzahl miteinander verbunden sind.

12. Lösbare Verbindung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Medium eine Immersionsflüssigkeit ist.

13. Lösbare Verbindung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Medium ein Gel ist.

14. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1 bis Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Endflächen (4) der beiden Gradientenfasern (3) durch direkten physikalischen Kontakt miteinander verbunden sind.

15. Lösbare Verbindung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Endflächen (4) der beiden Gradientenfasern (3) mit einer leichten konvexen Krümmung versehen sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

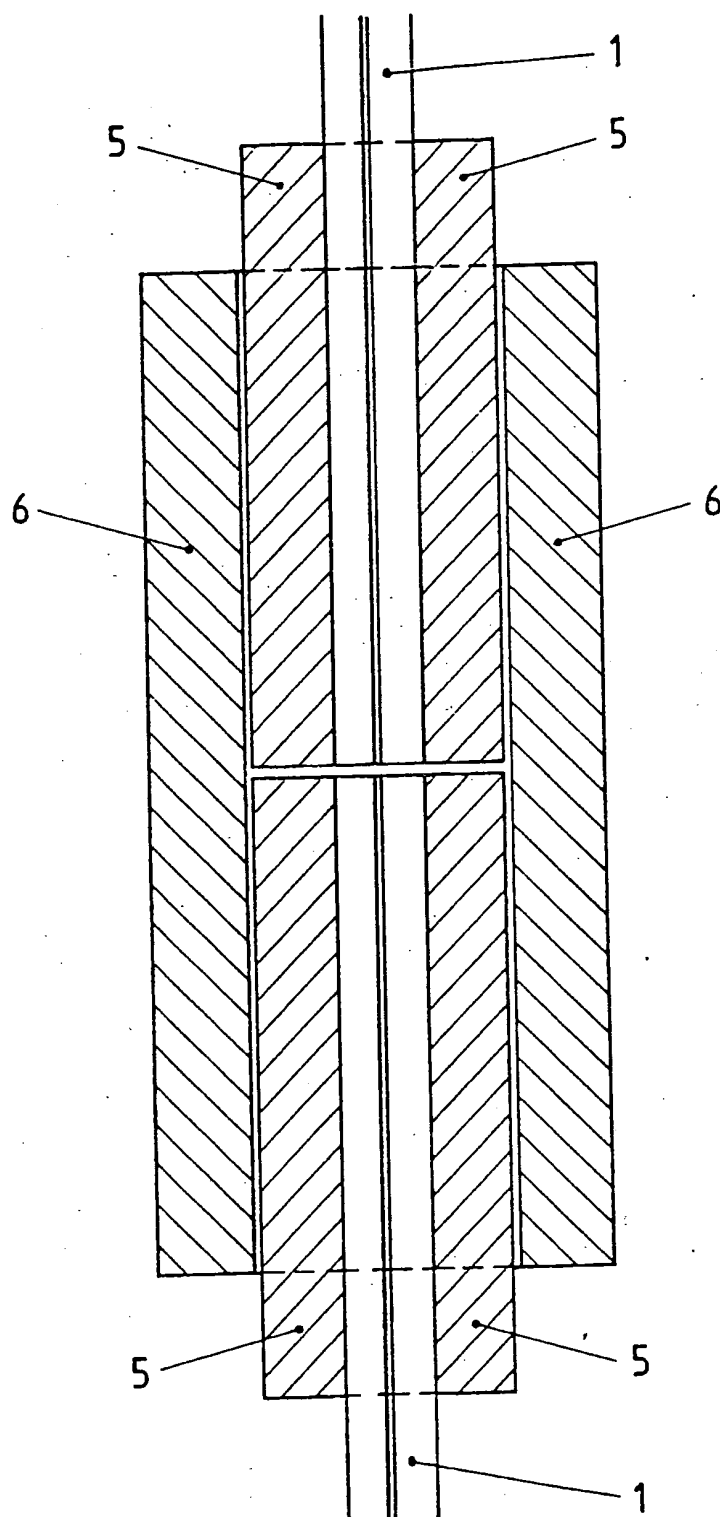


Fig. 1

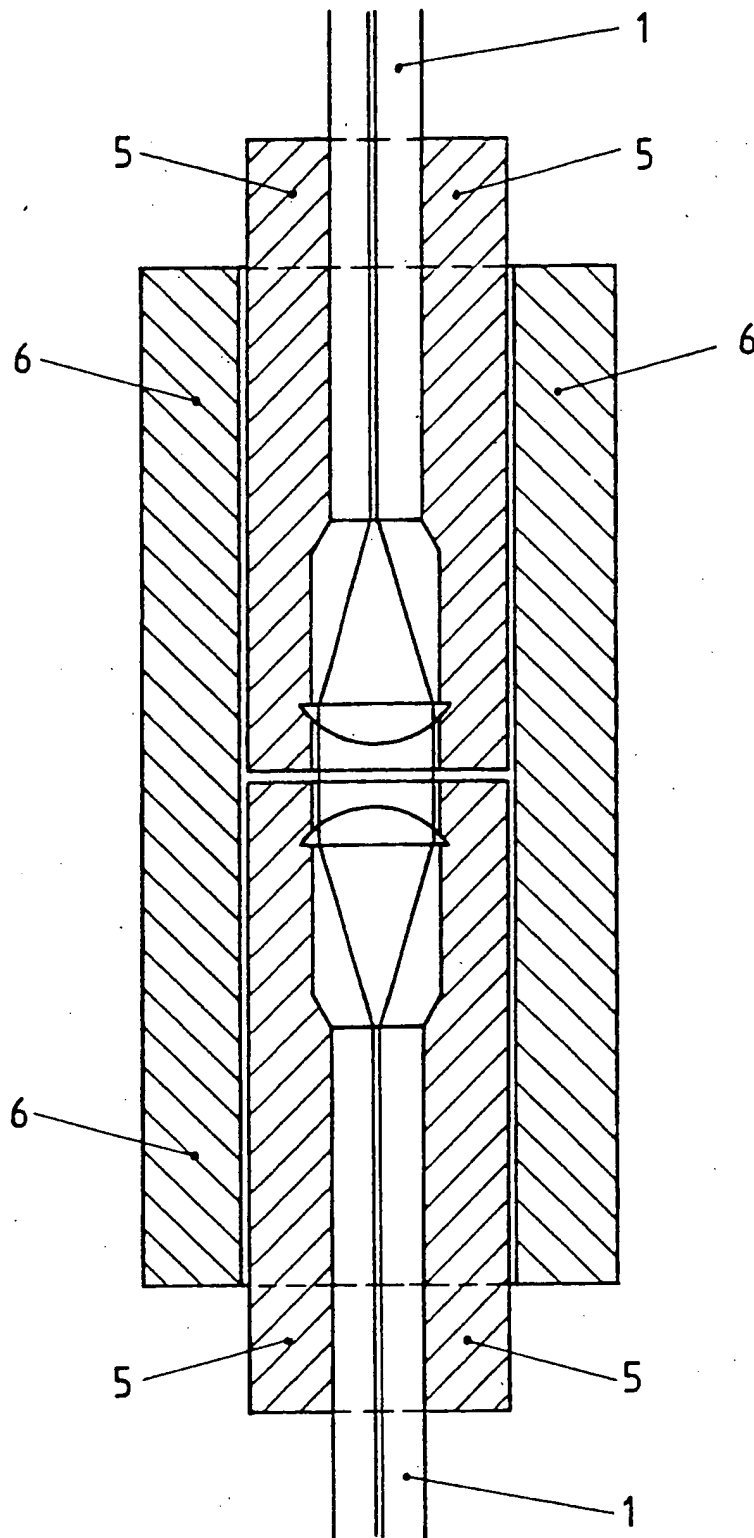


Fig. 2

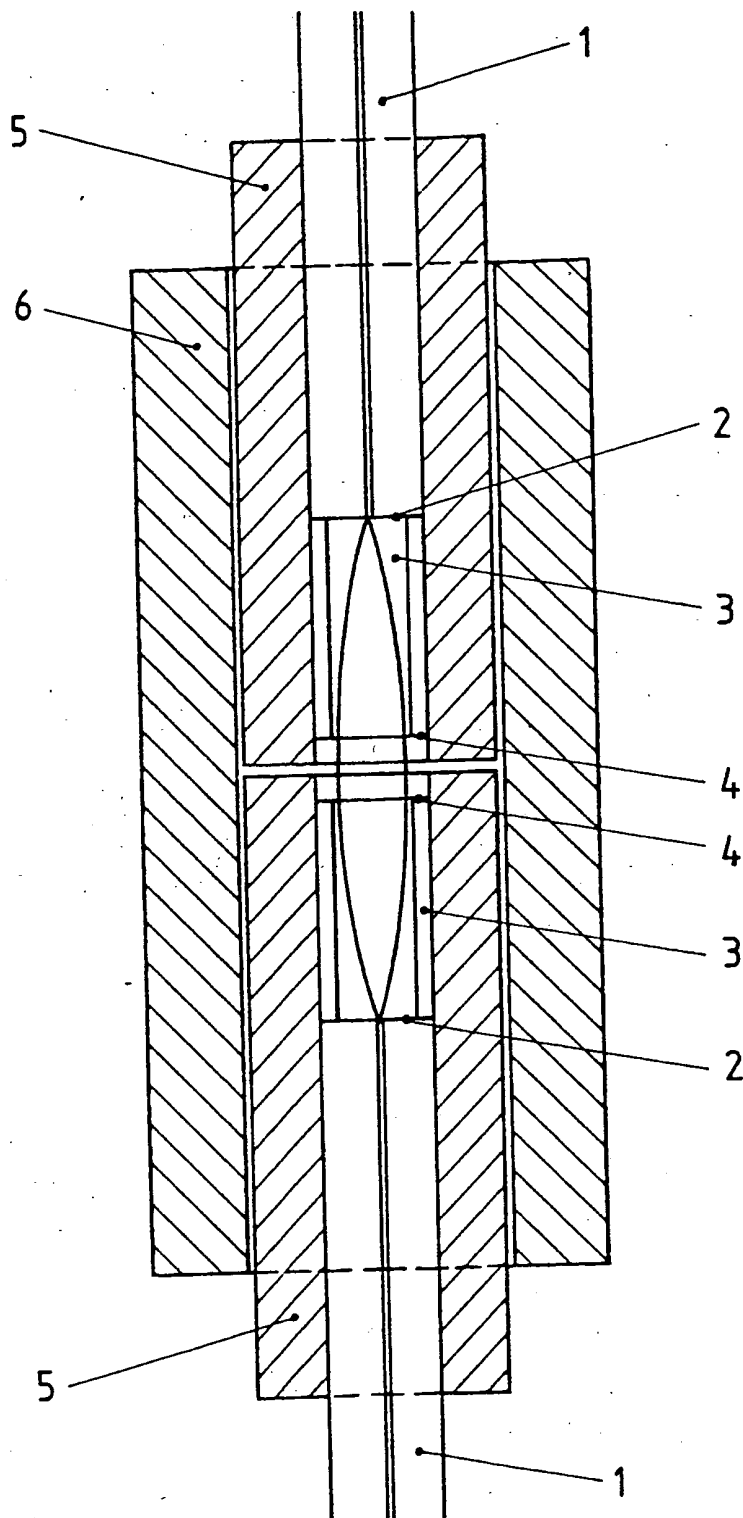


Fig. 3